

| | |
|-------------|---|
| Title | 強磁場の果てに何があるか? |
| Author(s) | 伊達, 宗行 |
| Citation | 物性研究 (1965), 3(4): 280-282 |
| Issue Date | 1965-01-20 |
| URL | http://hdl.handle.net/2433/85643 |
| Right | |
| Type | Departmental Bulletin Paper |
| Textversion | publisher |

公開質問

いということです。「物性研究」が通常の学術誌とちがつて、あくまでprivate communication の立場をとりたいのは、そのようなこだわりを少しでも除きたいからでした。

愚問も、そしてまた偉大な質問も、すべてあつてよいと思うのです。誰かがすぐにでもあるいは何年か先に答えてくれるでしょう。それもこの雑誌に載ると尚結構です。「あいつ、あんなつまらん質問をしてやがる」などとお高くとまる人をこそ軽蔑することにして、ひとつ大いに質疑応答をやつてみようではありませんか。

実はこの欄に入るようなことは、これに先行するいわゆる“論文”に含まれるというのが最初の構想でしたが、自然のおもむくところ、昔の「物性論研究」的論文形態に退化してゆく気配が感じとれなくもないと思われまふ。そこで殊更にこの欄を設置して大いにあおろうとした次第です。したがつて実のところ遠い将来においてこのタイトル「公開質問」を撤廃できる情勢になることをむしろ期待しているのです。

強磁場の果てに何があるか？

伊 達 宗 行 (阪大理)

ここ数年、10万ガウス程度のささやかなパルス強磁場を作つて、あれこれと物性測定を試みているのだが、目先の小事にとらわれてゆつくり考える間もないながら、ときどき首をひねっている問題があるので、どなたか教えていただきたい。ちよつと現実ばなれしてくるのでいささか思考実験にふけり過ぎるといわれるかもしれないが、この質問のポイントを列記してみよう。

(1) 現在の時点では強磁場とは $10^5 \sim 10^6$ ガウスを意味しているが、ごく特殊な方法、たとえば爆発現象を利用してパルス磁場のフラックスをしぼり上げることなどをを用いると、 10^7 ガウス程度を、ほんの一瞬間作ることにはできるらしい。そうすると電子スピンのこの磁場の下では約0.1 eV のゼーマンエネルギー

ギーをもつわけである。するとこれはすでにhydrogen bondの結合エネルギーのorderである。さらに現実の実験条件に目をつぶり、もつと磁場を高くして $10^8 \sim 10^9$ ガウスの下ではどうなるかを考える。するとこれはもう物質の結合エネルギーと同じであるからこんな磁場の下では物質はがらりとその性質を変えてこよう。

このようなケースの一番簡単な例を一つ考えてみると、たとえばヘリウム原子をとりあげるのがてつとり早いだろう。普通は無論 $(1S)^2$ がground stateであるが充分磁場が強ければ当然 $(1S)'(2S)'$ でspin triplet stateがground stateにとつて代るようになるであろう。もつともこれは反磁性を無視した話だから不十分な議論だがローレンツ力によるエネルギーが原子や分子の結合エネルギーより大きくなれば外側の電子から順に離れて自分自身で勝手に任意の場所でくるくるまわりだすというようなハデな振舞いをするであろうが、これはさしあたつての問題にはしない。

(2) ここから本論に入る。

空想をたくましくしてさらに真空中で磁場がどんどん強くなつていつたとする。 $10^{10}, 10^{11} \dots$ といつて 10^{14} ガウスまで強くなつたとしよう。 10^{14} というよりは電子スピンのゼーマンエネルギーが約1 MeVになるといつた方が親切であろう。そうするとこれより強い磁場では、電子と陽電子は何も“真空”を作っていることはあるまい。つまり $mc^2 < g \mu_B H$ となつたら真空よりはpairを作つた方が安定になるわけである。そこで次のようなさまざまな質問が出るのだが—

(a) まず上記のような考えでの強磁場によるpair creationは原理的に正しいのだろうか？

(b) γ rayによるpair creationではそれ自体の反応はmomentumが保存されないから必ずmomentum absorberが必要であつた(鉛の板とか空気分子とか)今の話でも反応前後でtotal spinが保存しないから何かきつかけがないと反応しそうにもないが、これはどう考えたらよいだろうか？

(c) さて、かりに強磁場の中でさみだれの如くにpair creationが発生し、 e^- と e^+ は系外に流れ出したとしよう。そこに残つた“真空”は前の“真空”と同じなのか？ 同じなら真空は無限の電子ペアを含んでいるのか、

公開質問

それが“真空”ということなのか？ それとも一ヶ所で pair がどつと出来たらそのうめあわせにわきから“真空”がやってくるのか？

この最後の質問は多分筆者が不勉強で場の理論を知らないから出てくるのだろうけれども、しかしこの内容は粒子の局所性，あるいはディラックの意味での“真空”の局所性の問題なわけであるから、筆者だけがわからないだけでなく現在の時点では、だれもがわからないのかもしれないような気がする。それで出来うれば“お前がわからないのは、あるいは不勉強なのは、これこれである。そこまではよその人は知っているんだ。しかしここから先はまだわかっていないんだ”という答が聞けると大変有難い。

無論上記の質問は原理的には何も電子対にのみかぎるわけでもなかろう。中間子，陽子……と磁場さえ上げて行けば、と考えられるように思われる。しかしとりあえずの質問として話を電子に限っておいた方が筋が通りそうである。

いささかぶつきらぼうな表現になりましたが、どなたか教えていただけませんか？

「Ising model の相転移について」

西 川 恭 治（東大教養・基研）

Ising model や Heisenberg model のように、格子の配列を固定したモデルでは、自由エネルギーは一般に

$$F(T, V) = -NkT f(x) \quad ; \quad x = J/kT$$

と書かれる。但し、最近接相互作用のみを考え、 J はその相互作用を表わす。体積依存性はこの J を通してのみ現われるとする。すると、定積比熱 C_V 及び圧縮率 κ は